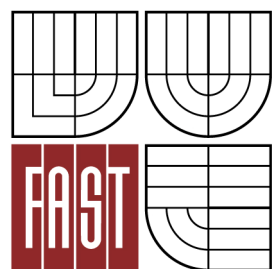




**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**FAKULTA STAVEBNÍ**  
**ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ**

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING  
INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

# **DIMENZOVÁNÍ ŽB MONOLITICKÉ STROPNÍ KONSTRUKCE**

DESIGN OF MONOLITHIC RC FLOOR STRUCTURE

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**  
BACHELOR'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**  
AUTHOR

Ondřej Otáhal

**VEDOUCÍ PRÁCE**  
SUPERVISOR

Ing. IVANA ŠVAŘÍČKOVÁ, Ph.D.

BRNO 2012



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

<b>Studijní program</b>	B3607 Stavební inženýrství
<b>Typ studijního programu</b>	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
<b>Studijní obor</b>	3647R013 Konstrukce a dopravní stavby
<b>Pracoviště</b>	Ústav betonových a zděných konstrukcí

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

**Student** Ondřej Otáhal

**Název** Dimenzování ŽB monolitické stropní konstrukce

**Vedoucí bakalářské práce** Ing. Ivana Švaříčková, Ph.D.

**Datum zadání bakalářské práce** 30. 11. 2011

**Datum odevzdání bakalářské práce** 25. 5. 2012

V Brně dne 30. 11. 2011

.....  
prof. RNDr. Ing. Petr Štěpánek, CSc.  
Vedoucí ústavu

.....  
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc.  
Děkan Fakulty stavební VUT

## **Podklady a literatura**

Stavební podklady

Platné normy:

- ČSN EN 1990: Zásady navrhování konstrukcí. 2004
- ČSN EN 1991-1 až 4: Zatížení stavebních konstrukcí. 2004 - 2007
- ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla pro pozemní stavby. 2006
- ČSN 73 1201: Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb. 2010

Další potřebná literatura po dohodě s vedoucím bakalářské práce.

## **Zásady pro vypracování**

V zadaném vícepodlažním objektu vypracujte statické řešení železobetonové stropní konstrukce a sloupů v typickém podlaží a nadimenzujte výztuž.

Výpočet účinků vnitřních sil proveďte pomocí statického software a ověřte ručním výpočtem pomocí zjednodušené metody.

Posouzení prvků proveďte podle mezního stavu únosnosti. K počítaným prvkům vypracujte výkresy výztuže.

Bakalářská práce bude odevzdána 1 x v listinné podobě a 2 x v elektronické podobě na CD s formální úpravou podle směrnice rektora č. 9/2007 (včetně dodatku č. 1) a 2/2009 a směrnice děkana č. 12/2009.

## **Předepsané přílohy**

- A) Textová část
- B) Přílohy textové části
- B1) Použité podklady
- B2) Statický výpočet
- B3) Výkresová dokumentace
- B4) Řešení vnitřních sil a výstupy výpočetního programu

Licenční smlouva o zveřejňování vysokoškolských kvalifikačních prací  
Popisný soubor závěrečné práce

.....  
Ing. Ivana Švaříčková, Ph.D.  
Vedoucí bakalářské práce

## **Abstrakt**

Cílem bakalářské práce je nadimenzovat a posoudit železobetonovou stropní desku v typickém podlaží víceúčelové budovy na mezní stav únosnosti. Deska je lokálně podepřená železobetonovými sloupy a po obvodě je vetknuta do ztužujícího věnce. K řešení vnitřních sil na konstrukci je využito výpočetního software NEXIS a získané hodnoty jsou ověřeny pomocí metody součtových momentů. Stropní deska je vyztužena podélnou nosnou výztuží na ohyb a v okolí sloupů je umístěna smyková výztuž proti protlačení desky sloupem. Výpočtem je prokázáno, že konstrukce vyhoví na únosnost v ohybu i na protlačení. Součástí práce je také výkresová dokumentace navrženého řešení.

## **Klíčová slova**

ŽB monolitická lokálně podepřená stropní deska, protlačení stropní desky, metoda součtových momentů, dimenzační moment, ohybová výztuž, smyková výztuž, mezní stav únosnosti, železobeton.

## **Abstract**

The aim of bachelor thesis is to dimension and assess reinforced concrete floor slab in a typical storey of multi-purpose building at the ultimate limit state I. The slab is locally supported by reinforced concrete columns and restraint around the perimeter. To address the internal forces is used computing software NEXIS and obtained values are verified using the summation of moments method. Floor slab is reinforced by flexural longitudinal load-bearing reinforcement and around columns is placed shear reinforcement against slab extrusion by column. By calculation is shown that structure meet the resistance to bending and the extrusion. The thesis also includes drawing documentation of proposed solution.

## **Keywords**

RC monolithic locally supported floor slab, extrusion of floor slab, the summation of moments method, dimensioning moment, flexural reinforcement, shear reinforcement, ultimate limit state, reinforced concrete.

### **Bibliografická citace VŠKP**

OTÁHAL, Ondřej. *Dimenzování ŽB monolitické stropní konstrukce*. Brno, 2012. 21 s., 86 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a zděných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Ivana Švaříčková, Ph.D..

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 25.5.2012

.....  
podpis autora

## **PODĚKOVÁNÍ**

Chtěl bych poděkovat vedoucí práce Ing. Ivaně Švaříčkové, Ph. D. za její čas, který mi věnovala, za vysvětlení dané problematiky a za odborné rady a vedení, díky kterým jsem zpracoval bakalářskou práci.

Mé poděkování také patří Ing. Radimu Nečasovi, Ph. D. za jeho pomoc s modelem ve výpočtovém programu.

# OBSAH

1. ÚVOD.....	9
2. TECHNICKÁ ZPRÁVA .....	10
2.1 POPIS OBJEKTU A OKOLÍ .....	11
2.1.1 CHARAKTERISTIKA OBJEKTU .....	11
2.1.2 GEOLOGICKÉ POMĚRY .....	11
2.2 POPIS KONSTRUKCE A ZATÍŽENÍ .....	12
2.2.1 KONSTRUKČNÍ SYSTÉM .....	12
2.2.2 MATERIÁL .....	12
2.2.3 ZATÍŽENÍ .....	13
2.3 VÝPOČTOVÝ MODEL .....	14
2.3.1 VÝPOČTOVÝ MODEL.....	14
2.3.2 POROVNÁNÍ VÝSLEDKŮ VNITŘNÍCH SIL .....	14
2.4 DIMENZOVÁNÍ .....	15
2.4.1 STROPNÍ KONSTRUKCE .....	15
2.4.2 ZTUŽUJÍCÍ JÁDRO .....	15
2.5 PODMÍNKY PRO PROVÁDĚNÍ KONSTRUKCE .....	16
2.5.1 BEDNĚNÍ A ODBEDŇOVÁNÍ.....	16
2.5.2 BETONÁŽ .....	16
3. ZÁVĚR .....	17
4. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ .....	18
5. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ.....	18
6. SEZNAM PŘÍLOH.....	21

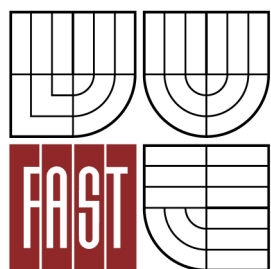


# 1. ÚVOD

Bakalářská práce se zabývá návrhem stropní desky víceúčelové budovy. Hlavní nosná konstrukce je vytvořena jako železobetonový monolitický skelet, bez hřibových hlavic, křížem vyztuženou deskou. Konstrukce je ztužena pomocí ŽB ztužujícího jádra a ztužujících věnců. Budova má pět nadzemních podlaží a dvě podzemní podlaží. Budova slouží především účelům odontologie. Z tohoto důvodu je v objektu mnoho zubních laboratoří a pracoven, které se nachází především ve vyšších podlažích. Podzemní prostory slouží jako garáže. V 1. nadzemním podlaží se kromě laboratoří nachází kanceláře, kantýna a především přednáškový sál a archiv se skladem knih. Toto rozdílné nahodilé zatížení dělá z této konstrukce, která tvoří strop 1. nadzemnímu podlaží, nejnepříznivěji namáhanou desku v objektu. Z tohoto důvodu byla pro účely bakalářské práce zvolena k návrhu právě tato deska. Vnitřní síly na konstrukci jsou zjištěny z 2D modelu, který je vytvořen výpočetním programem NEXIS a tyto síly jsou poté ověřeny ručním výpočtem pomocí metody součtových momentů. Na vnitřní síly, zjištěné z programu, je navržena hlavní nosná výztuž na ohyb a dále smyková výztuž, která v okolí sloupů brání protlačení desky. Dále je navržena výztuž proti řetězovému zřícení, která prochází přes sloupy při dolním okraji. Poloha, umístění a počet jednotlivých profilů je zobrazena ve výkresové dokumentaci.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ  
ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING  
INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

# DIMENZOVÁNÍ ŽB MONOLITICKÉ STROPNÍ KONSTRUKCE

DESIGN OF MONOLITHIC RC FLOOR STRUCTURE

## 2 – TECHNICKÁ ZPRÁVA

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE  
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

Ondřej Otáhal

VEDOUCÍ PRÁCE  
SUPERVISOR

Ing. IVANA ŠVAŘÍČKOVÁ, Ph.D.

BRNO 2012

## **2.1 POPIS OBJEKTU A OKOLÍ**

### **2.1.1 CHARAKTERISTIKA OBJEKTU**

Jak již bylo zmíněno výše, budova slouží účelům odontologie. Nachází se zde celkem pět nadzemních podlaží a dvě podzemní podlaží, které jsou využívány jako garáže. V 1. nadzemním podlaží se nachází vstupní hala s recepcí, přednáškový sál, kantýna a archiv se skladem knih. Ve vyšších patrech jsou umístěny zejména zubní laboratoře, pracovny a kanceláře. Konstrukční výška podzemních prostor je 4,0 m, 1. nadzemního podlaží je 5,0 m a následujících vyšších podlaží je 4,0 m. Vstup do objektu je zajištěn venkovním schodištěm, které zpřístupňuje 1. nadzemní podlaží. Všechna patra v budově jsou propojena výtahovou šachtou a obslužnými schodišti.

### **2.1.2 GEOLOGICKÉ POMĚRY**

Pro zjištění jednotlivých vrstev podloží a jejich mocností byl proveden v místě stavby inženýrsko – geologický průzkum, podle jeho vyhodnocení byl pak navržen způsob založení. Průzkum ukázal, že podloží v místě základové spáry tvoří G1 GW, štěrk dobře zrněný. Při průzkumu nebyla nalezena podzemní voda.

## 2.2 POPIS KONSTRUKCE A ZATÍŽENÍ

### 2.2.1 KONSTRUKČNÍ SYSTÉM

Konstrukční systém tvoří železobetonový monolitický skelet o pěti nadzemních podlaží a dvou podzemních podlaží. Podélný modul skeletu je 6,0 m, 7,5 m a 6,6 m. Příčný modul skeletu je 6,15 m, 7,5 m a 5,6 m. Objekt je ztužen železobetonovým jádrem a věnci. Stropní deska je železobetonová monolitická křížem vyztužená deska tloušťky 300 mm, kterou podpírají železobetonové monolitické sloupy o rozměrech 600x600 mm.

### 2.2.2 MATERIÁL

Pro konstrukci stropní desky a sloupů je použit beton C 30/37 a ocel B500B.

Charakteristická pevnost betonu v tlaku	$f_{ck}$ [MPa]	30
Návrhová pevnost betonu v tlaku	$f_{cd}$ [MPa]	20
Střední hodnota pevnosti v tahu za ohybu	$f_{ctm}$ [MPa]	2,9
Modul pružnosti	$E_{cm}$ [MPa]	32

Charakteristická hodnota meze kluzu	$f_{yk}$ [MPa]	500
Návrhová hodnota meze kluzu	$f_{yd}$ [MPa]	434,78
Modul pružnosti	$E_s$ [MPa]	32

### 2.2.3 ZATÍŽENÍ

Zatížení vlastní tíhou, podlahou a omítkou je uvažováno po celé ploše spojitě rovnoměrně.

Zatížení od schodiště je zjednodušeně uvažováno jako součet stálého a nahodilého a působí jako liniové zatížení v místě uložení schodišťové desky na stropní desku. Jeho hodnota je brána z jednoho ramene (druhé rameno zatěžuje desku v horním podlaží).

Deska v 1. nadzemním podlaží má jiný půdorys než deska v 1. podzemním podlaží. Následkem toho je, že v některých místech, je deska zatížena obvodovou zdí, věncem a prosklenou stěnou. Dále je zde akustická zeď, která je umístěna kolem přednáškového sálu a taktéž zatěžuje desku liniovým zatížením.

Nahodilé zatížení je po celém půdoryse různé. V zubních laboratořích a kancelářích je uvažována kategorie B, v kantýně a čítárně je kategorie C1, kategorie C2 je v přednáškovém sále, kategorie C3 je ve vstupní hale a recepci a kategorie E1 je uvažována v archivu a skladu knih. V kategorii B a C1 je navíc uvažováno nahodilé zatížení příčkami. Pro dosažení nejnepříznivějších účinků je konstrukce zatěžována šachy a pruhy ve kterých působí nahodilé zatížení spojitě rovnoměrně.

#### Stálé zatížení:

Vlastní tíha desky	$g_k=7,500 \text{ kN/m}^2$
Podlaha a omítka	$g_k=2,328 \text{ kN/m}^2$
Schodiště	$g_k=47,289 \text{ kN/m}$
Zdivo	$g_k=13,958 \text{ kN/m}$
Akustická zeď	$g_k=27,000 \text{ kN/m}$
Věnc	$g_k=5,000 \text{ kN/m}$
Okno	$g_k=2,500 \text{ kN/m}$

#### Nahodilé zatížení:

Kategorie B	=>	$q_k = 2,5 \text{ kN/m}^2$
Kategorie C1	=>	$q_k = 3,0 \text{ kN/m}^2$
Kategorie C2	=>	$q_k = 4,0 \text{ kN/m}^2$
Kategorie C3	=>	$q_k = 5,0 \text{ kN/m}^2$
Kategorie E1	=>	$q_k = 7,5 \text{ kN/m}^2$
Příčky	=>	$q_k = 1,2 \text{ kN/m}^2$

## 2.3 VÝPOČTOVÝ MODEL

### 2.3.1 VÝPOČTOVÝ MODEL

Výpočet vnitřních sil je proveden pomocí výpočtového programu NEXIS. Stropní deska je vymodelována 2D modelem pomocí jednotlivých maker. Makra jsou různě velká z toho důvodu, aby se urychlilo vkládání nahodilého zatížení do pruhů a do šachů.

Deska je podepřena v místě sloupu kloubovými podporami, které brání posunu ve směru osy  $z$  a po obvodě je v místech zdí podepřena liniovými podporami, které také brání posunu ve směru osy  $z$ .

Je vytvořeno celkem 15 zatěžovacích stavů. První čtyři stavy tvoří stálé zatížení, tudíž tyto stavy na konstrukci působí vždy. Ostatní stavy jsou šachy a pruhy nahodilého zatížení. Kombinace těchto stavů je provedena podle rce 6.10 .

$$\sum \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum \gamma_{Q,i} \Psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Po provedení výpočtu pracuji s dimenzačními momenty, které jsou výstupem výpočtového modelu. V oblasti podepření sloupy vznikají velké momentové špičky. Tyto momenty se průměrují na šířce sloupového pruhu čímž se špičky redukují.

### 2.3.2 POROVNÁNÍ VÝSLEDKŮ VNITŘNÍCH SIL

Součástí bakalářské práce je také ověření vnitřních sil pomocí metody součtových momentů. Tato metoda je podrobně popsána ve statickém výpočtu.

Ověřoval jsem tři momenty ve směru  $x$  a tři momenty ve směru  $y$ . Kladné momenty v poli se lišili pouze o jednotky jak ve sloupovém, tak v mezisloupovém pruhu. Záporné momenty se v mezisloupovém pruhu lišili také pouze o jednotky. Výraznější rozdíl je v momentech ve sloupovém pruhu, kde k tomuto rozdílu dochází zřejmě díky již zmiňovaným špičkám. Větší rozdíl může být také způsoben rozdílným rozpětím polí, nebo relativní blízkostí ztužujícího jádra.

## **2.4 DIMENZOVÁNÍ**

### **2.4.1 STROPNÍ KONSTRUKCE**

Stropní konstrukce je tvořena monolitickou železobetonovou křížem vyztuženou deskou tloušťky 300 mm. Deska je podepřena sloupy o rozměrech 600 x 600 mm. Deska je navržena a posouzena na mezní stav únosnosti. Konstrukce se nachází v třídě prostředí XC1 a krytí výztuže při dolním i horním okraji je 30 mm. Jako nosnou výztuž jsem použil profily 14 při spodním líci a profily 20 při horním líci. Konstrukční a rozdělovací výztuž je z profilu 10. Při horním povrchu jsou v mezisloupových pruzích umístěny KARI sítě.

Při dolním povrchu je navržena výztuž proti řetězovému zřícení 4 profily 20. Tato výztuž prochází přes sloupy v obou směrech.

Deska je dále vyztužena smykovou výztuží v oblastech sloupů. Tato výztuž zabraňuje protlačení sloupu deskou. Smyková výztuž musí obepínat podélnou nosnou výztuž.

Podélná výztuž je stykovaná přesahovou délkou podle statického výpočtu. Pro profil 14 je přesahová délka 550 mm, pro profil 20 je 920 mm.

Konzistence čerstvé betonové směsi je S2.

### **2.4.2 ZTUŽUJÍCÍ JÁDRO**

Nosný systém objektu je ztužen monolitickým železobetonovým jádrem, které má stěny tloušťky 400 mm. Objekt je dále ztužen věnci. Veškeré zatížení od větru je přenášeno ztužujícím jádrem a věnci. V jádru je umístěna výtahová šachta.

## **2.5 PODMÍNKY PRO PROVÁDĚNÍ KONSTRUKCE**

### **2.5.1 BEDNĚNÍ A ODBEDŇOVÁNÍ**

Bednění musí zajistit konstrukci předepsaný tvar tak, aby vyhovoval požadavkům na odchylky.

Konstrukce se může odbednit až po 28 dnech, po této době beton dosáhne své pevnosti. Po dobu zrání se betonová směs musí kropit ošetřovací vodou.

### **2.5.2 BETONÁŽ**

Betonová směs je na stavbu dopravena pomocí autodomíchávačů. Do bednění se směs dopravuje pomocí čerpadla popř. pomocí "bádie" zavěšené na jeřábu. Každá dodávka musí být podrobena Abramsově zkoušce sednutí kužele.

Betonovat se nesmí, pokud teplota klesne pod 5 °C. Čerstvá betonová směs musí být při vysokých teplotách chráněna proti odpařování záměsové vody např. přikrytím igelitovou folií.



### 3. ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo nadimenzovat a posoudit železobetonovou monolitickou lokálně podepřenou stropní desku na mezní stav únosnosti. Vnitřní síly byly získány pomocí výpočtového programu NEXIS, ve kterém byl vytvořen 2D model desky. Vnitřní síly byly ověřeny ručním výpočtem pomocí metody součtových momentů. Toto porovnání ukázalo, že až na záporné momenty ve sloupovém pruhu, je metoda součtových momentů relativně přesná. Tento rozdíl vzniká díky velkým ohybovým špičkám, které neodpovídají realitě a proto se tyto momenty průměrují na šířce sloupového pruhu.

Pro další výpočet se uvažovalo s vnitřními silami z výpočtového programu. Na ohybové momenty byla navržena nosná výztuž při horním i dolním okraji. Posouvající sílu přebírá smyková výztuž, která je v okolí sloupů a brání protlačení desky sloupem. Také byla navržena výztuž proti řetězovému zřícení, která prochází přes sloupy a leží u dolního okraje.

Jelikož je konstrukce zatížena nahodilým zatížením o různých intenzitách, vznikají na desce různé ohybové momenty. Výztuž jsem navrhnul tak, aby přenesla v daném místě daný moment. Tato varianta má výhodu v ušetření oceli a konstrukce je hospodárná. Nevýhoda spočívá v pracnosti a v obtížném kontrolování, zda je daná výztuž na správném místě, je zde tedy riziko lidské chyby. Tyto chyby je možné eliminovat tak, že se výztuž při horním i dolním okraji navrhne na maximální moment a tato výztuž se navrhne po celé konstrukci. Tato varianta je však nehospodárná, neboť je použito velké množství oceli a konstrukce je předimenzovaná.

## 4. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] ČSN EN 1990. *Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí*. Praha: Český normalizační institut, 2004.
- [2] ČSN EN 1991-1-1. *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb*. Praha: Český normalizační institut, 2004.
- [3] ČSN EN 1992-1-1. *Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby*. Praha: Český normalizační institut, 2006.
- [4] ČSN 73 1201. *Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb*. Praha: Český normalizační institut, 2010.
- [5] TERZIJSKI, Ivailo. *BETONOVÉ PRVKY, M01, Základy navrhování konstrukcí, zatížení, materiály*. Brno: VUT v Brně, 2005.
- [6] BAŽANT, Zdeněk. *BETONOVÉ KONSTRUKCE I: Betonové konstrukce plošné - část 1*. Brno. VUT v Brně, 2005
- [7] BAŽANT, Zdeněk. *BETONOVÉ KONSTRUKCE I: Betonové konstrukce plošné - část 2*. Brno. VUT v Brně, 2004.
- [8] ŠTĚPÁNEK, Petr; ZMEK, Bohuslav. *PRVKY BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ, CM4, Dimenzování betonových prvků – část 3*. Brno: VUT v Brně, 2005.
- [9] ŠVARÍČKOVÁ, Ivana. Pomůcky pro výuku. [online]. [cit. 2012-05-25]. Dostupné z: <http://www.fce.vutbr.cz/BZK/svarickova.i/>
- [10] ArchiCAD 12.
- [11] NEXIS 3.40.11.
- [12] Microsoft Office Word 2007
- [13] Microsoft Office Excel 2007

## 5. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

$g_k$	- charakteristická hodnota stálého zatížení
$q_k$	- charakteristická hodnota užitečného zatížení
$g_d$	- nahodilá hodnota stálého zatížení
$q_d$	- nahodilá hodnota užitečného zatížení
$h_s$	- tloušťka desky
$l$	- osově rozpětí
$l_n$	- světlé rozpětí
$M_{TOT}$	- celkový součtový moment
$V_{ed}$	- posouvající síla
$f_{yk}$	- charakteristická hodnota meze kluzu
$f_{yd}$	- návrhová hodnota meze kluzu
$f_{ywd,eff}$	- návrhová hodnota meze kluzu smykové výztuže
$f_{ck}$	- charakteristická hodnota pevnosti betonu v tlaku
$f_{cd}$	- návrhová hodnota pevnosti betonu v tlaku
$f_{ctm}$	- střední hodnota pevnosti betonu v dostředném tahu
$\epsilon_{cu}$	- mezní poměrné přetvoření betonu v tlaku
$\epsilon_s$	- poměrné přetvoření betonářské výztuže
$E$	- modul pružnosti daného materiálu
$k$	- ohybová tuhost prvku
$c_{nom}$	- krytí výztuže vrstvou betonu
$A_{st}$	- plocha navržené betonářské výztuže
$A_{st,min}$	- minimální možná plocha betonářské výztuže
$A_{st,max}$	- maximální možná plocha betonářské výztuže
$A_{st,req}$	- nutná plocha betonářské výztuže
$b$	- šířka průřezu
$d$	- účinná výška průřezu
$x$	- poloha neutrální osy
$x_{lim}$	- limitní poloha neutrální osy
$z$	- rameno vnitřních sil
$M_{rd}$	- moment na mezi únosnosti

$V_{Ed}$	- maximální smykové napětí
$V_{Ed,0}$	- omezení smykové odolnosti těsně kolem sloupu
$V_{Rd,c}$	- smyková únosnost prvku bez smykové výztuže
$V_{Rd,cs}$	- smyková únosnost prvku se smykovou výztuží
$A_{sw}$	- plocha smykové výztuže na 1 obvodu okolo sloupu
$s_r$	- radiální vzdálenost obvodů smykové výztuže
$s_t$	- osová vzdálenost spon
$u_0$	- kontrolní obvod kolem sloupu
$u_1$	- první kontrolní obvod
$u_{out,ef}$	- kontrolní obvod, ve kterém není nutná smyková výztuž
$\rho$	- stupeň vyztužení
$\gamma_c$	- dílčí součinitel betonu dle EN 1992-1-1
$\gamma_s$	- dílčí součinitel betonářské výztuže dle EN 1992-1-1

## **6. SEZNAM PŘÍLOH**

- B1)      POUŽITÉ PODKLADY
- B2)      STATICKÝ VÝPOČET
- B3)      VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE
- B4)      ŘEŠENÍ VNITŘNÍCH SIL A VÝSTUPY VÝPOČETNÍHO PROGRAMU